



日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

#2
7-501



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 4月14日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-113439

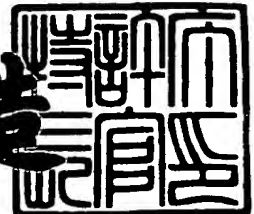
出 願 人
Applicant (s):

本田技研工業株式会社

2001年 1月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3000312

【書類名】 特許願

【整理番号】 H0-0277

【提出日】 平成12年 4月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B64C 1/00

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

 【氏名】 藤平 徹

【特許出願人】

 【識別番号】 000005326

 【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

 【代表者】 吉野 浩行

【代理人】

 【識別番号】 100080012

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 高石 橘馬

 【電話番号】 03(5228)6355

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 009324

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 要約書 1

 【物件名】 図面 1

 【包括委任状番号】 9713034

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 複合材製構造体の製造方法、及びそれにより製造される複合材製構造体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 3 次曲面部及び円筒部から構成される複合材製構造体の製造方法であって、(a)成形型上に複合材プリプレグからなる外側スキンを敷き、(b)該外側スキンの前記 3 次曲面部を形成する部分上にハニカムコアを載置し、(c)その上に複合材プリプレグからなる内側スキンを重ね合わせ、(d)該内側スキンの前記円筒部を形成する部分上に複合材プリプレグからなる予備成形されたストリンガー部材及びフレーム部材を配置し、(e)加熱及び加圧により成形することを特徴とする複合材製構造体の製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の複合材製構造体の製造方法において、前記成形する際、前記外側スキンと内側スキンが重なり合った余肉部の上に平板状の弾性部材及び押え部材を載置することを特徴とする複合材製構造体の製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の複合材製構造体の製造方法において、前記外側スキンと内側スキンが重なり合った余肉部の幅が 500mm 以上であることを特徴とする複合材製構造体の製造方法。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の複合材製構造体の製造方法において、前記成形は $6 \sim 7 \text{ kg/cm}^2$ に加圧して行うことを特徴とする複合材製構造体の製造方法。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の複合材製構造体の製造方法において、前記成形は、前記ストリンガー部材とフレーム部材の交差部に当接させる弾性治具及び該交差部以外の位置に当接させる剛性治具の組み合わせからなる成形治具を用いて行うことを特徴とする複合材製構造体の製造方法。

【請求項 6】 請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の複合材製構造体の製造方法において、航空機の胴体構造体を製造するために用いられることを特徴とする複合材製構造体の製造方法。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の複合材製構造体の製造方法により製造される複合材製構造体。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は 3 次曲面部及び円筒部から構成される複合材製構造体の製造方法、及びその方法により製造される複合材製構造体に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

複合材プリプレグは軽量で高強度であるために、自動車、船舶、航空機等の構造部材として広く使用されている。一般に、複合材からなる航空機の胴体構造体等は 3 次曲面部及び円筒部から構成される。このような複合材製構造体は、通常ハニカムサンドイッチパネル又はスティフンドパネルにより形成する。

【 0 0 0 3 】

ハニカムサンドイッチパネルからなる複合材製構造体は、ハニカム材を所望の形状に切削して作製したハニカムコアと複合材プリプレグからなるスキンを成形型の上でサンドイッチ状に積層し、加熱及び加圧により成形して製造する。このように、ハニカムサンドイッチパネルを用いる場合はプロセスが比較的容易であり、コストを低減することができる。しかしながら、ハニカムサンドイッチパネルを用いると十分な軽量化の効果が得られないことが多い。

【 0 0 0 4 】

一方、スティフンドパネルからなる複合材製構造体は、成形型上に複合材プリプレグからなるスキン及びスティフナ（ストリンガーやフレーム）を積層し、加圧バッグ等を使用して加熱及び加圧により成形して製造する。スティフンドパネルは軽量化には最適な構造様式であり、特にスキン及びスティフナを一体成形する場合に大きな軽量化効果が得られる。しかしながら、この場合スティフナを事前に予備成形し、型上で治具を用いてスキンと一体化するためコストが高くなる。特に、3 次曲面部に適用する際には高コスト化が大きな問題となる。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

従って本発明の目的は、製品の軽量化及び製造コストの低減を同時に図ること

が可能な、3次曲面部及び円筒部から構成される複合材製構造体の製造方法、並びにその方法により製造される複合材製構造体を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題に鑑み鋭意研究の結果、本発明者は3次曲面部及び円筒部から構成される複合材製構造体を製造する際、3次曲面部をハニカムサンドイッチパネルにより形成し、円筒部をスティフンドパネルにより形成し、これらを同時に成形することにより製品の軽量化効果及び製造コスト低減効果が同時に得られることを発見し、本発明に想到した。

【0007】

すなわち、本発明の複合材製構造体の製造方法は3次曲面部及び円筒部から構成される複合材製構造体を製造する方法であって、(a)成形型上に複合材プリプレグからなる外側スキンを敷き、(b)該外側スキンの3次曲面部を形成する部分上にハニカムコアを載置し、(c)その上に複合材プリプレグからなる内側スキンを重ね合わせ、(d)該内側スキンの円筒部を形成する部分上に複合材プリプレグからなる予備成形されたストリンガー部材及びフレーム部材を配置し、(e)加熱及び加圧により成形することを特徴とする。

【0008】

ハニカムサンドイッチパネルの成形圧力は一般に 3 kg/cm^2 程度であり、スティフンドパネルの成形圧力は一般に 6 kg/cm^2 程度である。これらを 3 kg/cm^2 で同時に成形するとスティフンドパネルの品質が悪化し、 6 kg/cm^2 で成形するとハニカムサンドイッチパネルのハニカムコア端部が成形圧力に耐えられずクラッシュ（変形）してしまうことが多い。そこで本発明ではハニカムコアのクラッシュを抑制するために、成形する際に上記外側スキンと内側スキンが重なり合った余肉部の上に平板状の弾性部材及び押え部材を載置するのが非常に好ましい。また、余肉部の幅を500mm以上とすると平板状の弾性部材及び押え部材を用いなくてもハニカムコアのクラッシュを抑えることができ、非常に好ましい。このような場合、 6 kg/cm^2 程度の成形圧力でハニカムサンドイッチパネル及びスティフンドパネルを、ハニカムコアのクラッシュや成形不良が起こることなく同時に成形するこ

とができる。成形圧力は $6 \sim 7 \text{ kg/cm}^2$ であるのがより好ましい。また成形はストリンガー部材とフレーム部材の交差部に当接させる弾性治具、及び該交差部以外の位置に当接させる剛性治具の組み合わせからなる成形治具を用いて行うのが好ましい。

【 0 0 0 9 】

本発明の製造方法は、航空機の胴体構造体を製造するために好適に用いることができる。また、本発明の複合材製構造体は上記製造方法により製造されることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

本発明の複合材製構造体の製造方法は 3 次曲面部及び円筒部から構成される複合材製構造体を製造する方法であって、(a)成形型上に複合材プリプレグからなる外側スキンを敷き、(b)該外側スキンの 3 次曲面部を形成する部分上にハニカムコアを載置し、(c)その上に複合材プリプレグからなる内側スキンを重ね合わせ、(d)該内側スキンの円筒部を形成する部分上に複合材プリプレグからなる予備成形されたストリンガー部材及びフレーム部材を配置し、(e)加熱及び加圧により成形することを特徴とする。また、本発明の複合材製構造体は上記本発明の方法により製造される。以下、本発明について図 1 ～ 8 を用いて詳述する。

【 0 0 1 1 】

図 1 は本発明の複合材製構造体の一実施例を示す部分斜視図である。本発明の複合材製構造体 1 は 3 次曲面部 2 及び円筒部 3 から構成される。3 次曲面部 2 は外側スキン 4 及び内側スキン 5 の間にハニカムコア 6 を含有するハニカムサンドイッチパネルにより形成され、円筒部 3 はストリンガー 7 及びフレーム 8 を有するスティフンドパネルにより形成される。上記外側スキン 4、内側スキン 5、ストリンガー 7 及びフレーム 8 は複合材プリプレグからなる。もちろん、3 次曲面部及び円筒部の形状は図 1 により限定されない。また複合材製構造体は平板部等を含んでいてもよく、複雑な形状の部分にはハニカムサンドイッチパネルを用い、単純な形状の部分にはスティフンドパネルを用いる。

【 0 0 1 2 】

図 2 は本発明の方法により複合材製構造体を製造する様子を示す部分断面図である。なお、図 2 では簡略化のために全ての部材を直線により記載するが、本発明はこれにより限定されるものではない。本発明では、まず成形型 9 上に複合材プリプレグからなる外側スキン 4 を敷き、次に外側スキン 4 の 3 次曲面部 2 を形成する部分上にハニカムコア 6 を載置し、その上に複合材プリプレグからなる内側スキン 5 を重ね合わせる。内側スキン 5 の円筒部 3 を形成する部分上には、複合材プリプレグからなる予備成形されたストリンガー部材（図示せず）及びフレーム部材 8a を配置し、続いて加熱及び加圧により 3 次曲面部 2 及び円筒部 3 を同時に成形して複合材製構造体を製造する。また、本発明では必要に応じて各層間に接着剤を加えてもよく、成形する際に真空バッグ、シール材等を用いてもよい。

【 0 0 1 3 】

本発明では複合材プリプレグ中の熱硬化性樹脂又は熱可塑性樹脂を加熱及び加圧により流動化させて一体的に成形する。成形する際に上記外側スキン 4 と内側スキン 5 が重なり合った余肉部の上に平板状の弾性部材 10 を載置し、更にその上に平板状の押え部材 11 を重ねるのが非常に好ましい。このようにすることで 6 kg/cm^2 程度の高圧下で成形しても、加圧下で強化される摩擦力及び押え部材のエッジ効果によりスキンの滑りが抑えられ、ハニカムコア 6 のクラッシュを抑制することができる。また上記余肉部の幅 $L1$ を 500 mm 以上とすると弾性部材 10 及び押え部材 11 を用いなくても同様の効果が得られ、非常に好ましい。

【 0 0 1 4 】

成形する際の成形圧力は $5 \sim 7 \text{ kg/cm}^2$ であるのが好ましく、 $6 \sim 7 \text{ kg/cm}^2$ であるのがより好ましい。本発明では従来法（ハニカムサンドイッチパネルの場合、通常 $3 \sim 4 \text{ kg/cm}^2$ ）よりも高圧下でハニカムサンドイッチパネル及びスティフンドパネルを同時に成形でき、圧力不足による成形不良が起こりにくい。成形時の加熱温度は複合材プリプレグ中に含まれる熱硬化性樹脂又は熱可塑性樹脂の種類によって若干異なるが、一般に $120 \sim 250^\circ\text{C}$ とするのが好ましい。

【 0 0 1 5 】

ストリンガー及びフレームの形状精度及び位置精度を得るために成形する際に

治具を用いてもよく、上記ストリンガー部材とフレーム部材の交差部に当接させる弾性治具、及び該交差部以外の位置に当接させる剛性治具の組み合わせからなる成形治具を用いるのが好ましい。このような治具を用いることにより、一体成形スティフンドパネルがより低コストで成形可能となる。特に単純形状でその効果は大きい。

【 0 0 1 6 】

本発明の方法は、自動車、船舶、航空機等の胴体構造体の製造に適しており、特に航空機の胴体構造体の製造に好適に用いられる。この場合、上記円筒部は航空機のキャビン部を形成し、3次曲面部は航空機のコックピット部を形成する。即ち、形状が単純なキャビン部を一体成形スティフンドパネルとすることで軽量化し、コックピット部をハニカムサンドイッチパネルとすることでコストを抑える。

【 0 0 1 7 】

以下、本発明の各要素についてより詳細に説明する。

[1] 成形型

本発明で用いる成形型の材料としては、例えば金属、CFPR等が使用可能である。また、成形型9のハニカムコア6が載置された面と余肉部が載置された面とがなす角 $\theta 1$ （図3参照）は $30 \sim 180^\circ$ であるのが好ましい。図3のように、角 $\theta 1$ が $45 \sim 90^\circ$ であると（図3では 60° ）、弾性部材及び押え部材の幅L2及びL3を小さくしても十分に複合材プリプレグの滑りを押えることができ、特に好ましい。

【 0 0 1 8 】

[2] 外側スキン及び内側スキン

外側スキン及び内側スキンはそれぞれ複合材プリプレグからなり、炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維等の強化繊維の織布に熱硬化性樹脂又は熱可塑性樹脂を含浸させたものが使用できる。熱硬化性樹脂はエポキシ樹脂が好ましく、熱可塑性樹脂はナイロンが好ましい。外側スキン及び内側スキンの材料は同じでも異なってもよいが、同じであるのが好ましい。

【 0 0 1 9 】

[3] ハニカムコア

本発明で用いるハニカムコアの材料としては、紙又はこれに各種樹脂を含浸したもの、各種プラスチック、アルミニウム、鋼材等が使用できる。中でも比強度が大きいアラミド繊維強化熱硬化性樹脂が好ましく、この場合熱硬化性樹脂はフェノール樹脂であるのが好ましい。またハニカムコアは面取り加工されたテーパ一部を有するのが好ましい。ハニカムエッジ角度 $\theta 2$ （図3参照）は $30^{\circ} \sim 90^{\circ}$ であればよいが、十分にクラッシュを抑制するためには $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であるのが好ましい。本発明の方法ではハニカムエッジ角を従来（通常 30° 以下）よりも大きくすることができるので、デッドスペースであるテーパ部を小さくすることができ、設計の自由度が向上する。

【0020】

[4] ストリンガー部材及びフレーム部材

上記ストリンガー部材及びフレーム部材の形状は特に限定されず、図2のようにT型であっても、C型、J型等であってもよい。またストリンガー部材及びフレーム部材を内側スキン上に配置する際の各部材の数及び位置関係も特に限定されず、例えば図4のように配置すればよい。図4では、面部及び突起部を有するフレーム部材8b、8c及び8dを所定間隔で直線状に配列し、面部及び突起部を有するストリンガー部材7a及び7bをフレーム部材8b、8c及び8dと直交するように配置している。フレーム部材8b、8c及び8dの面部には一部に段が形成されている。

【0021】

ストリンガー部材及びフレーム部材はそれぞれ複数の複合材プリプレグを積層すること、又はそれに含まれる樹脂を一部反応又は溶着することにより予備形成する。複合材プリプレグとしては炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維等の強化繊維の織布に熱硬化性樹脂又は熱可塑性樹脂を含浸させてなるものを用いるのが好ましい。熱硬化性樹脂としてはエポキシ樹脂が好ましく、熱可塑性樹脂としてはナイロンが好ましい。ストリンガー部材及びフレーム部材は異なる材料から形成してもよいが、同じ材料からなるのが好ましい。また、上記外側スキン及び内側スキンと同じ材料により形成するのがより好ましい。ストリンガー部材及びフレーム部材は予め予備成形し、半硬化状態としてスキン上に配置するのが好ましい。

【 0 0 2 2 】

[5] 弾性部材及び押え部材

本発明で用いる弾性部材及び押え部材の形状は、成形型の形状に関わらず単純な平板状でよい。図 5 に示すように、成形型 9 が曲面状であっても、弾性部材 10 を用いることでその弾性力により加圧力を均一に成形品に伝達することができる。弾性部材の幅 L2 及び押え部材の幅 L3 は、十分にクラッシュを抑制するためにはそれぞれ 40mm 以上であればよく、実用上は 40～250mm であるのが好ましい。また、弾性部材及び押え部材の厚さは 0.3mm 未満であると効果が得られず 2mm を超えると形状になじみづらいため、それぞれ 0.3～2mm であるのが好ましく、0.5～1mm であるのがより好ましい。弾性部材及び押え部材は非常に薄いので、真空バッグを掛ける場合にも邪魔になったり真空バッグを破いたりする事が無い。

【 0 0 2 3 】

弾性部材は柔軟性及び耐熱性を有するエラストマーで形成するのが好ましく、シリコンゴムで形成するのがより好ましい。また、押え部材は強度及び剛性に優れ、熱膨張の少ない材料により形成するのが好ましい。そのような材料としては、鋼鉄、ステンレススチール、アルミニウム等の金属材料や、グラファイト、CFRP 等が挙げられる。中でも、アルミニウムが特に好ましい。

【 0 0 2 4 】

[6] 成形治具

図 4 に示すストリンガー部材 7a 及び 7b 及びフレーム部材 8b、8c 及び 8d に上記弾性治具 13 及び剛性治具 14 の組み合わせからなる上記成形治具 12 を当接させた状態を図 6 に示す。弾性治具 13 はストリンガー部材 7a 及び 7b とフレーム部材 8b、8c 及び 8d がそれぞれ交差する部位に配置し、剛性治具 14 は該交差部以外の位置に配置する。このように弾性治具及び剛性治具を成形品の形状に合わせて互いの欠点を補う様に分類して使用する。即ち、複雑な形状を有する交差部には弾性治具を用いて形状精度を得、剛性治具により弾性治具の位置を固定し高い位置精度を得ることができる。

【 0 0 2 5 】

弾性治具の形状は、剛性治具と組み合わせることができストリンガー部材及び

フレーム部材を載置できる形状であればよい。優れた成形精度を得るためには、上記フレーム部材を配列した方向における弾性治具の幅は成形時の所望の幅よりも若干大きいのが好ましい。例えば、図 7 (a) に示す成形前の弾性治具 13 の幅 L_4 は、図 7 (b) に示す成形後の幅 L_5 よりも大きいのが好ましく、具体的には、 $2\% < [(L_4 - L_5)/L_5] \times 100\% < 5\%$ であるのが好ましい。

【 0 0 2 6 】

弾性治具は柔軟性、耐熱性及び離型性を有するエラストマーで形成するのが好ましく、シリコンゴムで形成するのがより好ましい。また上記剛性治具の形状は特に限定されず、弾性治具と組み合わせることにより成形物の位置精度を保持できる形状であればよい。剛性治具は寸法安定性、強度及び剛性に優れ、熱膨張の少ない材料により形成するのが好ましい。そのような材料としては、鋼鉄、ステンレススチール、アルミニウム等の金属材料や、グラファイト、CFRP 等が挙げられる。中でもアルミニウムが特に好ましい。

【 0 0 2 7 】

上記成形治具は、上記内側スキン上にストリンガー部材とフレーム部材を拘束するための 2 つ以上の保持手段と共に用いるのが好ましい。具体的には、例えば図 8 のように内側スキン 4 上にフレーム部材の端部を保持手段 15 により拘束して成形する（剛性治具等は図示せず）。弾性治具及び剛性治具を互いに組み合わせることにより相対的位置精度を確保しているので、更に予備成形構造体の端部を保持手段によって拘束するだけで全ての位置精度を確保でき、大型の位置決め治具等を用いる必要がない。保持手段はネジ、クランプ等の機械的拘束手段の他、ドライヤー、低温ハンダゴテ等を用いた部分的加熱による融着でもよい。

【 0 0 2 8 】

以上の通り、図面を参照して本発明を説明したが、本発明はそれらに限定されず本発明の趣旨を変更しない限り種々の変更を加えることができる。

【 0 0 2 9 】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明の製造方法ではハニカムサンドイッチパネル及びスティフンドパネルを同時に成形するので、製造工程が簡略化でき、製造コスト

の低減及び製品の軽量化が可能である。加えて本発明では 6 kg/cm^2 程度の高い成形圧力下で成形可能であるために圧力不足による成形不良の発生を抑えることができる。本発明の方法は航空機の胴体構造体の製造に非常に有用である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の複合材製構造体の一実施例を示す部分斜視図である。

【図 2】 本発明の製造方法の一実施例を示す部分断面図である。

【図 3】 本発明の製造方法の他の実施例を示す部分断面図である。

【図 4】 本発明で用いるストリンガー部材及びフレーム部材を内側スキン上に配置した一実施例を示す斜視図である。

【図 5】 本発明の製造方法において曲面状の成形型を用いた場合の、弾性部材及び押え部材を示す部分断面図である。

【図 6】 図 4 に示すストリンガー部材及びフレーム部材に弾性治具及び剛性治具の組み合わせからなる成形治具を配置した状態を示す斜視図である。

【図 7】 図 7 (a) は本発明で好ましく用いることができる弾性治具の一例を示す断面図であり、図 7 (b) は図 7 (a) に示す弾性治具をストリンガー部材とフレーム部材との交差部に当接させ、剛性治具を組み合わせた状態を示す正面図である。

【図 8】 本発明の製造方法において、成形治具を配置したストリンガー部材及びフレーム部材を、保持手段により内側スキン上に拘束した状態を示す部分斜視図である。

【符号の説明】

1 . . . 複合材製構造体

2 . . . 3 次曲面部

3 . . . 円筒部

4 . . . 外側スキン

5 . . . 内側スキン

6 . . . ハニカムコア

7 . . . ストリンガー

7a、7b . . . ストリンガー部材

8 . . . フレーム

8a、8b、8c、8d . . . フレーム部材

9 . . . 成形型

10 . . . 弾性部材

11 . . . 押え部材

12 . . . 成形治具

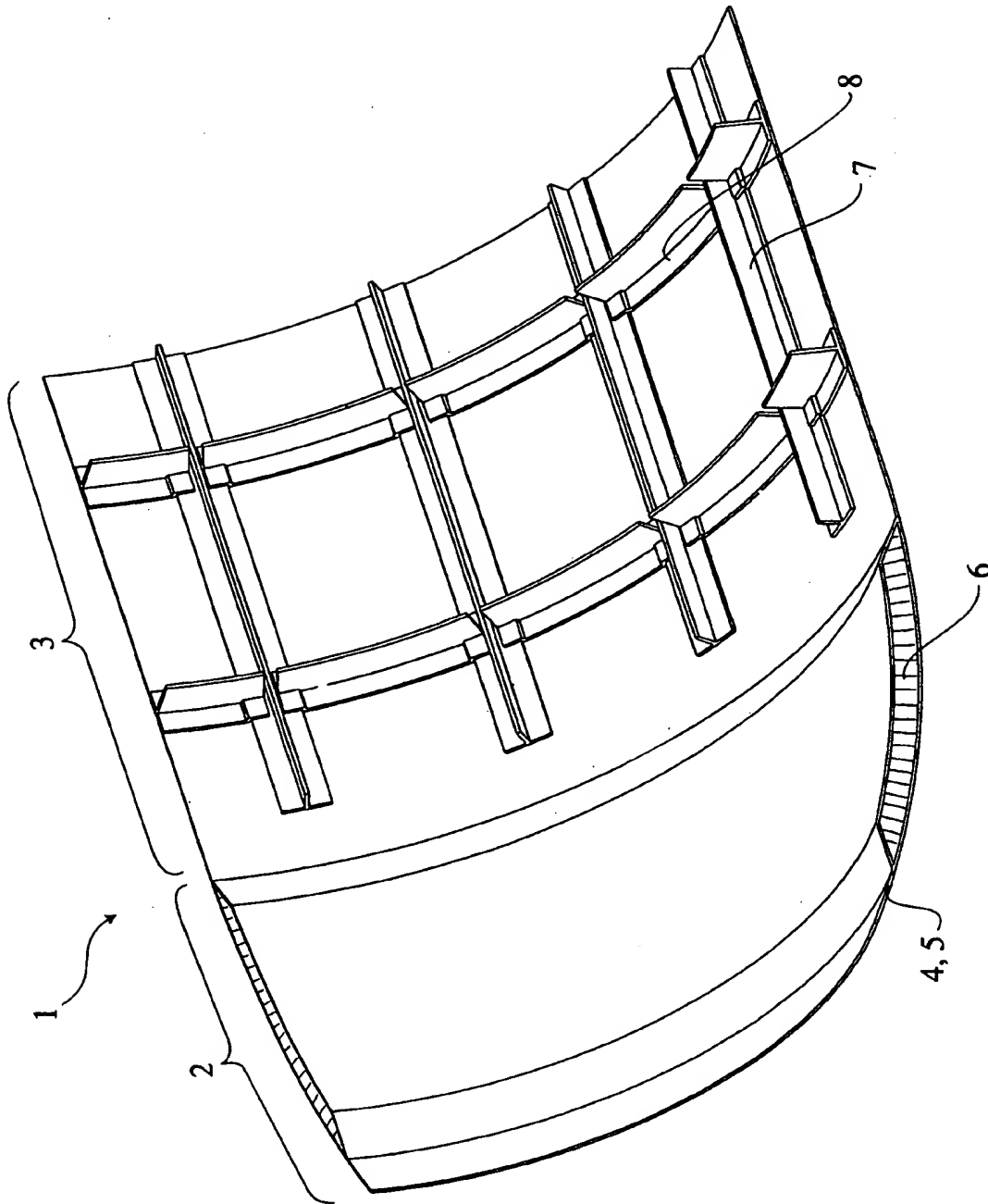
13 . . . 弾性治具

14 . . . 剛性治具

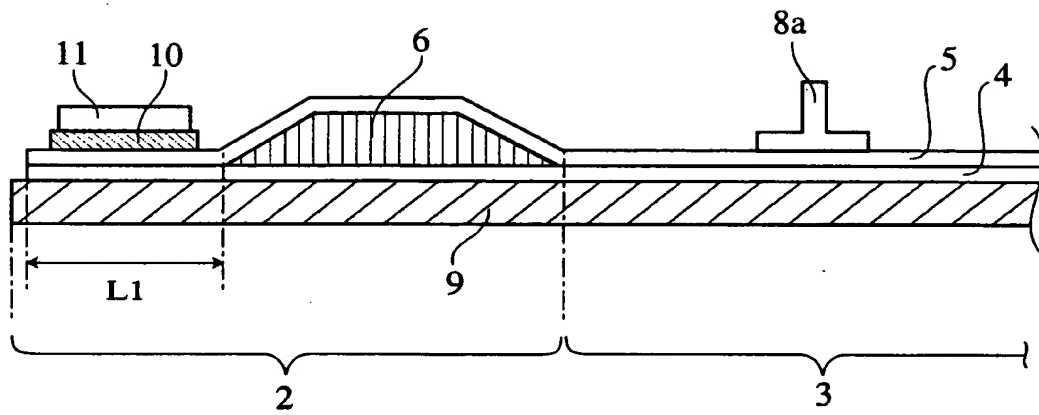
15 . . . 保持手段

【書類名】 図面

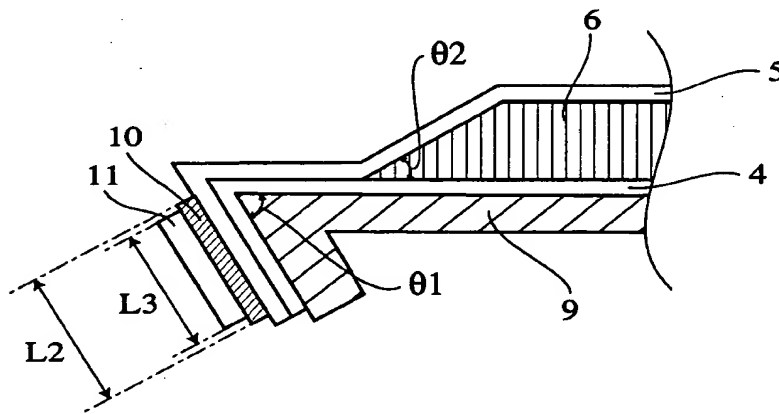
【図 1】



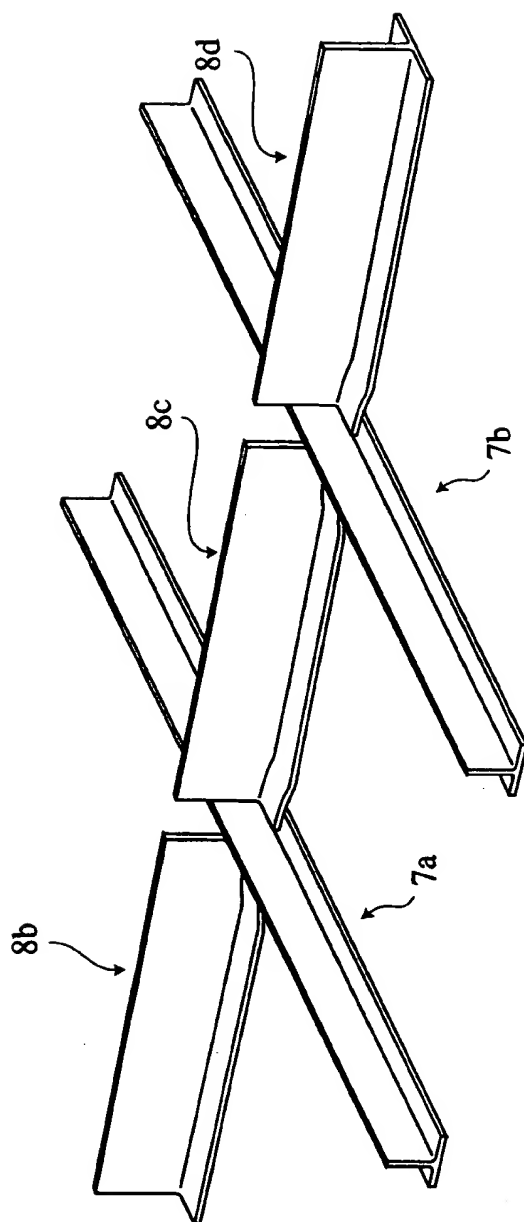
【図 2】



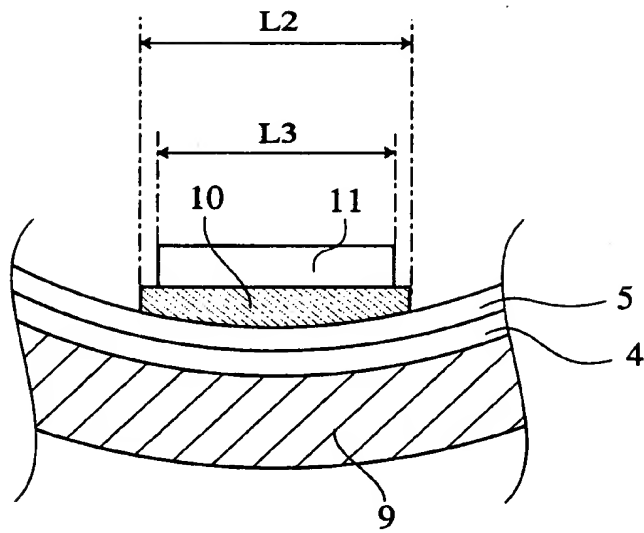
【図 3】



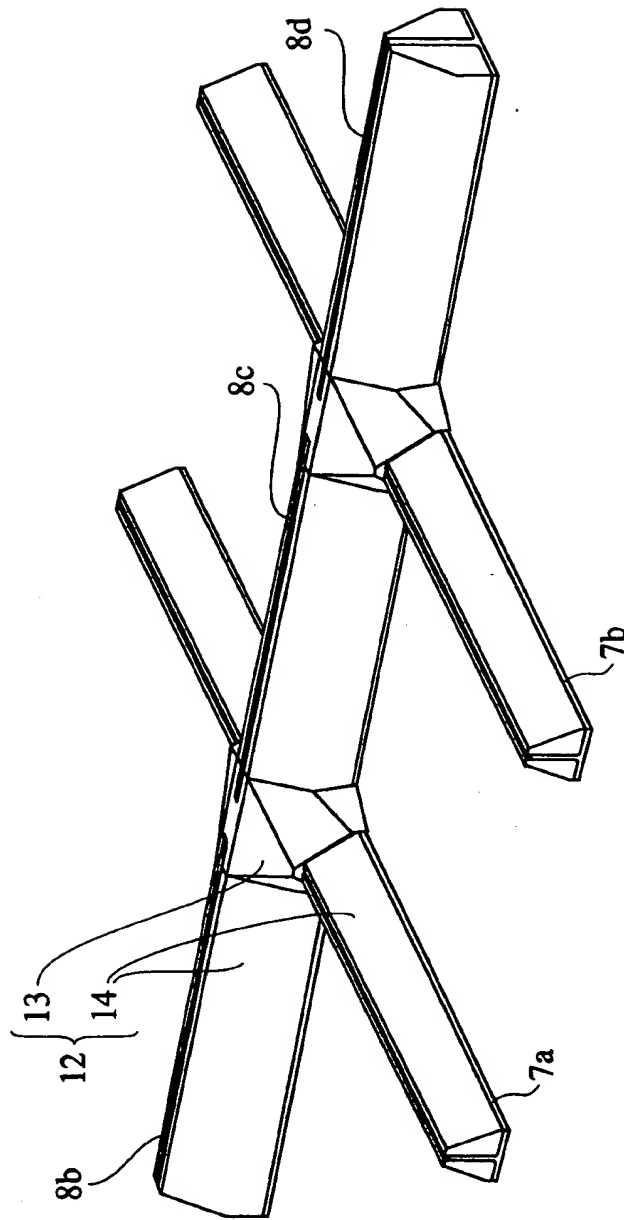
【 図 4 】



【図 5】

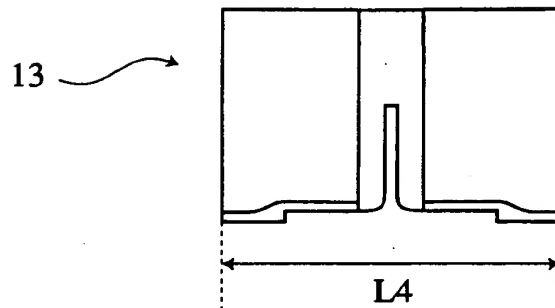


【図 6】

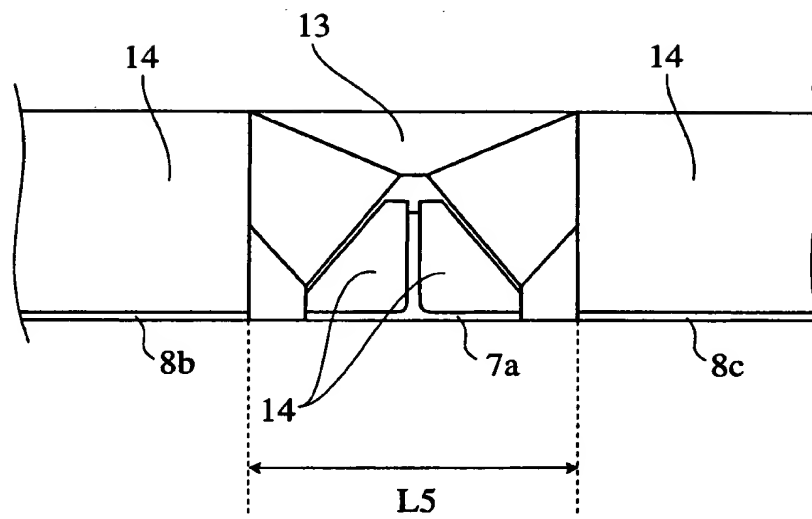


【図 7】

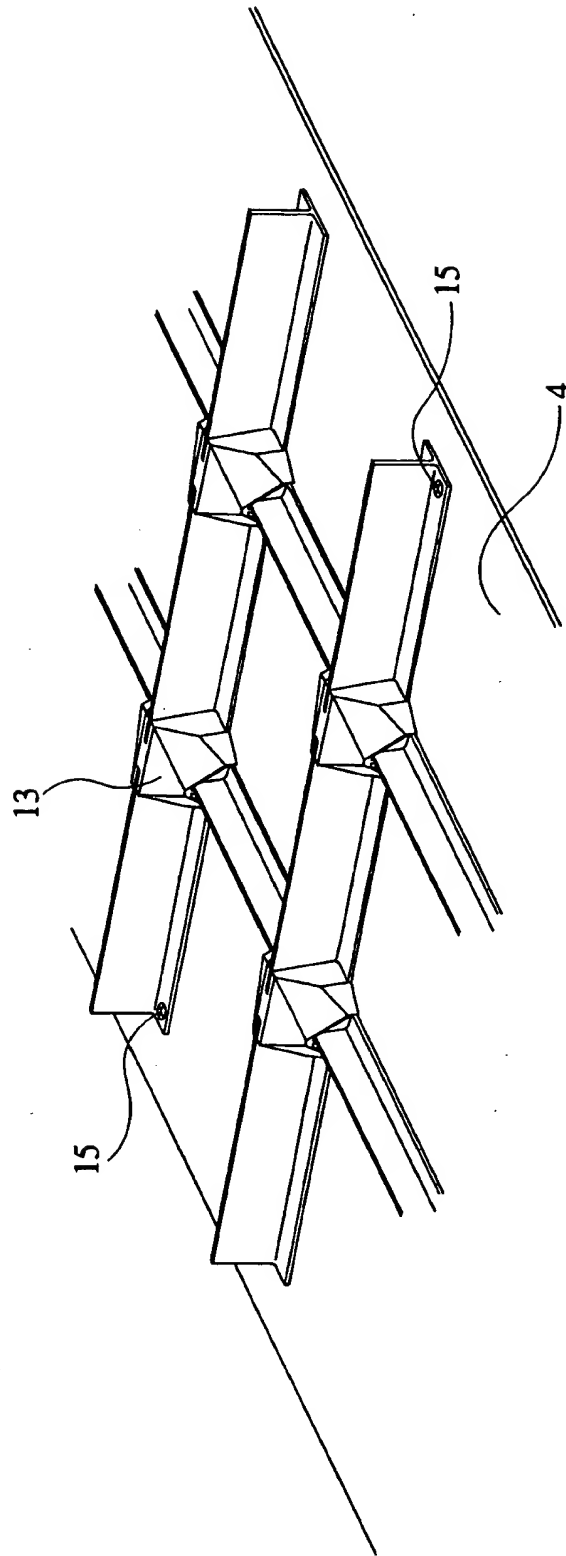
(a)



(b)



【図8】



【書類名】 要約書

【課題】 製品の軽量化及び製造コストの低減を同時に図ることが可能な、3次曲面部及び円筒部から構成される複合材製構造体の製造方法、並びにその方法により製造される複合材製構造体を提供する。

【解決手段】 3次曲面部及び円筒部から構成される複合材製構造体の製造方法であって、(a)成型型上に複合材プリプレグからなる外側スキンを敷き、(b)該外側スキンの3次曲面部を形成する部分上にハニカムコアを載置し、(c)その上に複合材プリプレグからなる内側スキンを重ね合わせ、(d)該内側スキンの円筒部を形成する部分上に複合材プリプレグからなる予備成形されたストリンガー部材及びフレーム部材を配置し、(e)加熱及び加圧により成形することを特徴とする複合材製構造体の製造方法。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005326]

1. 変更年月日	1990年 9月 6日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区南青山二丁目1番1号
氏 名	本田技研工業株式会社